

## **INOVASI DALAM PENGEFISIENSI ENERGI MELALUI PERANCANGAN *SMART BUFFER CONVEYOR (SBC) LINE SPS***

**I Ketut Yogi Swarananda<sup>1</sup>, I Gusti Putu Suryawan<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Jurusan Teknik Elektro Universitas Gajah Mada

<sup>2</sup>Jurusan Pendidikan Matematika Universitas Pendidikan Ganesha

E-mail: [iketut.swarananda@danone.com](mailto:iketut.swarananda@danone.com)

### **ABSTRAK**

Perkembangan teknologi dan informasi yang sangat pesat saat ini telah mendorong berbagai industri untuk menerapkan sistem otomatisasi guna meningkatkan efisiensi dan memantau hasil produksi. Salah satu alat yang digunakan dalam proses produksi adalah conveyor, yaitu mesin berupa pita transport yang berfungsi memindahkan produk dari satu tahap ke tahap lainnya. Namun, ketika terjadi kelebihan produk atau downtime, conveyor tetap beroperasi yang mengakibatkan pemborosan energi. Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan sistem inovatif yang dapat mengatur pergerakan conveyor berdasarkan kebutuhan, sehingga konsumsi energi menjadi lebih optimal. Hasil penelitian menunjukkan bahwa dengan menambahkan sensor dan mengendalikan sistem melalui PLC, pergerakan conveyor dapat disesuaikan: ketika produk penuh, conveyor beroperasi normal; saat produk berkurang, kecepatan conveyor dikurangi; dan ketika produksi berhenti, conveyor beralih ke mode standby. Penggunaan motor conveyor dalam jumlah 10 unit dapat menghemat energi sebesar 1,8 kW, sementara penggunaan 5 unit motor conveyor mampu menghemat hingga 2,2 kW. Sistem ini terbukti meningkatkan efisiensi energi dengan tingkat akurasi sebesar 81,80%.

***Kata kunci: Efisiensi, Energi, Smart Buffer Conveyor***

### **ABSTRACT**

*The rapid advancement of technology and information has driven various industries to implement automation systems to improve efficiency and monitor production output. One of the tools used in the production process is the conveyor, a machine in the form of a transport belt that moves products from one stage to another. However, during product overflow or downtime, the conveyor continues to operate, leading to energy waste. This study aims to develop an innovative system that can regulate conveyor movement based on demand, thereby optimizing energy consumption. The research results show that by adding sensors and controlling the system through a PLC, the conveyor's movement can be adjusted: when the product flow is full, the conveyor operates normally; when product flow decreases, the conveyor speed is reduced; and when production stops, the conveyor switches to standby mode. Using 10 conveyor motors can save 1.8 kW of energy, while using 5 conveyor motors can save up to 2.2 kW.*

*This system has been proven to enhance energy efficiency with an accuracy level of 81.80%.*

***Keywords: Efficiency, Energy, Smart Buffer Conveyor***

## PENDAHULUAN

Kemajuan pesat dalam ilmu teknologi dan informasi saat ini telah mendorong berbagai industri untuk mengadopsi sistem otomatisasi guna meningkatkan efisiensi dan memperoleh data produksi secara lebih akurat. Dalam penerapan sistem otomatisasi, industri mampu meningkatkan dan memproyeksikan hasil produksi dengan lebih baik, namun, sistem kontrol di banyak industri masih menggunakan metode konvensional yang sangat bergantung pada tenaga manusia (Setiawan, 2006). Salah satu mesin yang umum digunakan dalam proses produksi adalah konveyor, yaitu alat berupa pita transport yang berfungsi memindahkan produk dari satu tahap ke tahap lainnya (Said, 2012).

Pemilihan alat pemindah, seperti konveyor, dipengaruhi oleh beberapa faktor, termasuk jenis material yang diangkut, kapasitas yang diperlukan dalam jangka waktu tertentu, panjang dan arah lintasan perpindahan, serta aspek teknis dan nilai ekonomisnya (Sadi, 2012). Secara umum, prinsip kerja konveyor adalah memindahkan beban dari satu tempat ke tempat lain, baik dari tempat yang lebih rendah ke tempat yang lebih tinggi. Konveyor memiliki dua arah gerakan perpindahan, yaitu perpindahan secara vertikal (turun) dan horizontal (mendatar) (Antoni, 2009). Selama proses produksi, sering kali terjadi *downtime* atau kendala lain yang menyebabkan penurunan hasil produksi, bahkan dalam beberapa kasus produksi bisa terhenti. Pada kondisi seperti ini, konveyor tetap beroperasi meskipun tidak ada produk yang diangkut, sehingga energi terbuang sia-sia. Selain itu, banyak industri yang menggunakan konveyor hanya untuk satu jenis produk dengan bobot yang seragam. Hal ini terjadi ketika produk yang sama memiliki variasi berat, sering kali dibutuhkan konveyor

terpisah, yang akhirnya menyebabkan pemborosan energi karena lebih banyak konveyor beroperasi meskipun tidak selalu dibutuhkan (Schrimpf, 2012).

Seiring dengan perkembangan teknologi di bidang instrumentasi, salah satu inovasi yang penting adalah penggunaan sensor *load cell* untuk mendeteksi berat produk. Dalam proses produksi, salah satu faktor kualitas produk adalah beratnya, dan penyortiran otomatis menjadi sangat penting ketika terdapat banyak produk yang perlu dipisahkan. Sistem otomatis ini dapat meningkatkan efisiensi waktu dan memaksimalkan hasil produksi. Sensor proteksi ini bertujuan untuk meminimalkan kesalahan dalam pemindahan barang di mesin produksi industri (Fakri, 2016). Konveyor dioperasikan menggunakan PLC (*Programmable Logic Controller*) yang telah diprogram sesuai kebutuhan. Program konveyor ini dapat diubah sesuai keperluan. Dalam metode pengangkutannya, konveyor sabuk (*belt conveyor*) mampu membawa beban dengan klasifikasi satuan (*unit load*), yaitu beban yang diangkut satu per satu, berkelompok, atau dalam bentuk beban curah yang sudah dikemas menjadi satu kesatuan.

Pengembangan sistem PLC menawarkan berbagai keuntungan, termasuk kemudahan penggunaan, daya tahan yang lebih baik, biaya yang lebih rendah, serta konsumsi energi yang lebih hemat (Ainingsih, 2010). PLC juga memungkinkan deteksi kesalahan yang lebih cepat, penggunaan kabel yang lebih sedikit, dan perawatan yang lebih mudah dibandingkan sistem kontrol konvensional. Adanya PLC, proses penyortiran menjadi lebih mudah dan hasil produksi dapat dioptimalkan. Pengoperasiannya pun sederhana, cukup dengan menekan tombol ON untuk memulai dan OFF untuk menghentikan. PLC Siemens S7-300, yang digunakan dalam sistem ini, memiliki kemampuan pemantauan secara

terus-menerus dan dapat mengambil tindakan yang diperlukan sesuai dengan proses kontrol yang sedang berlangsung. Sistem PLC ini juga memudahkan penambahan rangkaian kontrol kapan saja tanpa memerlukan biaya besar atau tenaga tambahan seperti pada sistem konvensional

## METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilaksanakan di PT Tirta Investama Pabrik Mambal, Desa Mambal, Kecamatan Abiansemal, Kabupaten Badung. Penelitian dilakukan mulai bulan Juni-Agustus 2024. Data primer merupakan data yang diperoleh dari hasil pengamatan secara langsung yang meliputi data spesifikasi peralatan produksi, alir proses produksi maupun data historis dalam efisiensi energi dalam proses produksi. Data sekunder merupakan data yang diperoleh dari riset kepustakaan dan telah hasil penelitian yang pernah dilakukan sebelumnya, dari dokumen-dokumen perusahaan berupa laporan tertulis, buku-buku, artikel dan diklat yang berhubungan dengan topik permasalahan. Mengumpulkan data dan informasi sebagai bahan

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Konveyor adalah alat transportasi yang umum digunakan dalam industri perakitan dan proses produksi untuk memindahkan bahan setengah jadi maupun produk jadi dari satu bagian ke bagian lainnya. Sistem konveyor mempercepat perpindahan material atau produk, sehingga membuat proses produksi menjadi lebih efisien (Anhar, dkk. 2016). Oleh karena itu, konveyor menjadi pilihan populer di industri, terutama dalam proses pengepakan. Dari berbagai jenis konveyor yang ada, konveyor sabuk (*belt conveyor*) dipilih karena lebih mudah dibuat dan lebih hemat biaya. *Belt conveyor* merupakan salah satu sistem penanganan material yang digunakan untuk memindahkan beban massal (*bulk*

(Faizah, dkk (2021). Berdasarkan hal ini, penelitian bertujuan untuk merancang inovasi sistem *Smart Buffer Conveyor Line SPS* yang melibatkan sensor dan sistem pengendali PLC untuk mengatur pergerakan conveyor.

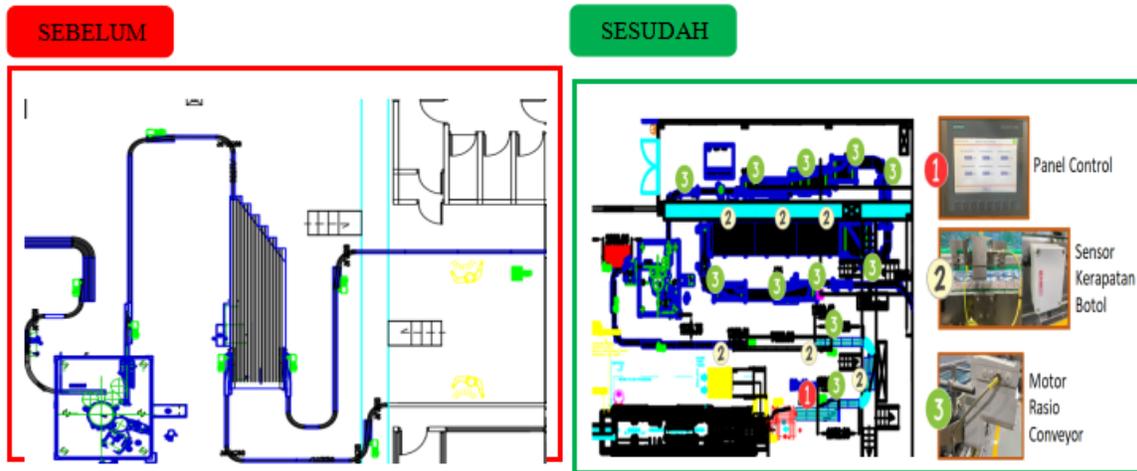
perencanaan alat pada proses ini dilakukan dengan cara observasi untuk mengumpulkan data/informasi yang efektif. Langkah dalam perancangan ini terbagi dalam dua bagian utama yaitu bagian perancangan elektronik meliputi semua tahap yang berhubungan dengan rangkaian misalnya perancangan rangkaian, pemilihan komponen, perancangan sensor dan pembuatan konveyor, pemasangan rangkaian di konveyor serta pengujian alat. Peralatan penunjang sistem ini antara lain: PLC Siemens S7-300, Motor DC (konveyor), sensor load cell, arduino uno, kabel jamper. Terakhir, semua langkah- langkah tersebut dikerjakan secara teratur agar diperoleh hasil yang maksimal.

*load*) maupun beban satuan (*unit load*). *Belt* adalah sabuk yang berputar pada drum yang didukung oleh *idler pulley* atau landasan tetap.

Beberapa persyaratan harus dipenuhi oleh *belt*, yaitu memiliki sifat hidroskopis rendah (tidak mudah menyerap kelembapan), kuat menahan beban, ringan, fleksibel, dan memiliki masa pakai yang panjang (Kurniawan, 2008). *Belt conveyor* berfungsi sebagai tempat meletakkan barang, sehingga lebar *belt* harus disesuaikan dengan dimensi barang yang diangkut. Semakin banyak lapisan *belt*, semakin kuat *belt* tersebut, karena lapisan-lapisan tersebut juga membantu menyerap tegangan longitudinal yang timbul akibat beban. Dalam perancangan untuk

penyortiran barang ini, bahan yang digunakan adalah aluminium dan belt konveyor terbuat dari karpet. Dimensi total konveyor adalah 150 cm x 20 cm, dengan lebar belt 20 cm. Bagian-bagian konveyor antara lain sebagai berikut. Pertama, *belt* yang terbuat dari karpet dengan ketebalan 2 mm, lebar 20 cm, dan panjang sekitar 100 cm. Kedua, rangka dan kaki konveyor yang

dibuat dari aluminium dengan ketebalan 1,5 mm. Ketiga, roda konveyor berbentuk silinder, dengan bantalan gelinding (*bearing*) di dalamnya untuk menahan beban radial saat roll berputar. Terakhir, sistem penggerak menggunakan Motor DC 12V. Berikut Gambar Inovasi dalam Perancangan *Smart Buffer Conveyor Line SPS*.



Gambar 1. Smart Buffer Conveyor Line SPS

Berdasarkan hasil penelitian, sebelum adanya inovasi ini, proses produksi sering mengalami *downtime* atau kendala yang mengakibatkan hasil produksi tidak optimal, sehingga jumlah produk yang dihasilkan berkurang atau bahkan berhenti. Pada kondisi produk penuh, *downtime*, atau saat produksi berhenti, *conveyor buffer* tetap beroperasi seperti biasa dan mengonsumsi energi, meskipun tidak ada produk yang harus dibawa oleh konveyor. Ini menyebabkan pemborosan energi, karena konveyor terus berjalan saat tidak diperlukan. Oleh karena itu, diperlukan sebuah sistem yang dapat mengatur pergerakan conveyor sesuai dengan kebutuhan, sehingga penggunaan energi menjadi lebih efektif dan efisien.

Dalam hal ini penerapan sistem otomatisasi *Smart Buffer Conveyor Line SPS* dapat dibangun menggunakan sensor *load cell* sebagai pengukur berat, motor DC sebagai penggerak utama konveyor, serta PLC Siemens S7-300 dan Arduino sebagai pengendali sistem untuk melakukan penyortiran. Modul relay 4 channel berfungsi memberikan input pada PLC untuk mengendalikan silinder pneumatik agar sistem beroperasi sesuai rancangan.

Simulasi sistem proteksi ini menggunakan sensor cahaya, di mana sensor akan berfungsi ketika ada barang yang melewati sensor tersebut, sesuai dengan desain simulasi. Konveyor akan terus memindahkan barang hingga mencapai kebutuhan yang diinginkan. Sensor proteksi

ini bertindak sebagai alat pemantau untuk mengukur jumlah barang yang lewat, sehingga operator dapat memastikan bahwa mesin tetap beroperasi dengan mendeteksi barang yang sedang dipindahkan (Ainingsih, 2020). Program yang digunakan untuk mengontrol jalannya konveyor adalah PLC (Programmable Logic Controller). Dalam simulasi ini, perintah-perintah disusun menggunakan aplikasi CX-Programmer, yang khusus untuk memprogram PLC merek OMRON, sehingga terdapat perbedaan cara pemrograman dibandingkan dengan merek PLC lainnya. Pada program simulasi sistem proteksi ini, perintah kunci yang harus ada meliputi *counter*, *im-pulse*, dan *timer* memainkan peran penting dalam menjalankan program. Dilihat dari fungsinya, konveyor yang dilengkapi dengan sensor akan mampu mengurangi risiko kesalahan dalam proses pemindahan barang (Antoni, 2009). Oleh karena itu, sensor

memiliki peran yang sangat penting dalam memastikan perlindungan dan pengawasan terhadap setiap barang yang melewati konveyor.

Inovasi ini menggunakan sensor dan sistem pengendali PLC yang mampu mengatur pergerakan konveyor secara efisien. Ketika produk penuh, konveyor beroperasi normal; namun, saat jumlah produk berkurang, kecepatan conveyor akan disesuaikan (diturunkan). Jika produksi berhenti, conveyor akan dalam kondisi standby. Inovasi ini membuat penggunaan energi lebih efisien karena dapat secara otomatis menyesuaikan sesuai kebutuhan (Ahar, dkk. 2016). Dari hasil pengujian, sistem ini mampu menghemat energi sebesar 1,8 kW dengan 10 motor conveyor, dan hingga 2,2 kW dengan 5 motor conveyor, dengan tingkat efisiensi energi mencapai 81,80%.

## KESIMPULAN DAN SARAN

### Kesimpulan

Berdasarkan pembahasan sebelumnya, dapat disimpulkan beberapa poin penting sebagai berikut:

1. Inovasi sistem Smart Buffer Conveyor Line SPS yang menggunakan sensor dan sistem pengendali PLC mampu mengatur pergerakan conveyor secara efisien. Saat produk penuh, conveyor beroperasi normal, namun ketika produk mulai berkurang, kecepatan conveyor akan disesuaikan (diturunkan). Jika produksi berhenti, conveyor akan berada dalam kondisi standby. Hal ini membuat penggunaan energi lebih efisien karena secara otomatis disesuaikan dengan kebutuhan.
2. Dari hasil pengujian, alat ini mampu menghemat energi sebesar 1,8 kW ketika digunakan dengan 10 motor

conveyor, dan hingga 2,2 kW dengan 5 motor conveyor. Sistem ini meningkatkan efisiensi energi dengan tingkat akurasi mencapai 81,80%.

### Saran

Beberapa saran untuk pengembangan penelitian ini meliputi:

1. Diperlukan pengembangan lebih lanjut pada kontrol yang digunakan dalam simulasi conveyor dengan pneumatic, sesuai dengan Standar Operasional Prosedur (SOP) industri, untuk memudahkan praktik pengendalian sistem.
2. Pada penelitian selanjutnya, peneliti diharapkan merencanakan cara kerja alat dan diagram alir dengan lebih rinci untuk menentukan jumlah input dan output, sehingga dapat memilih tipe PLC yang sesuai, serta menyesuaikan

tegangan input untuk perangkat input dan output.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Ainingsih, Dyah Nur. 2010. Sistem Kendali Conveyor Otomatis Berbasis Mikrokontroler. *Jurnal Ilmiah Teknologi & Rekayasa*, 15 (3), 51-62.
- Anhar khalid dan H. Raihan. 2016. Rancang Bangun Simulasi Sistem Pneumatik Untuk Pemindah Barang. *Jurnal INTEKNA*, 16 (1): 45-56.
- Antoni Akhmad. 2009. Perancangan Simulasi Sistem Pergerakan Dengan Pengontrolan Pneumatik Untuk Mesin Pengamplas Kayu Otomatis. *Jurnal Rekayasa Sriwijaya*, 18 (3), 21-29.
- Faizah, L. S. Moonlight, Suwito and R. E. Primadi. 2021. Pengendalian Dan Pemantauan Pemakaian Energi Listrik Menggunakan Teknologi Bluetooth. *Jurnal Penelitian Politeknik Penerbangan Surabaya*, 6 (4), 41-52.
- Sudirman Hi, Umar. 2018. Perancangan Baggage Handling System (BHS) di New Yogyakarta International Airport (NYIA Vol 11 No 2 (2018): *Jurnal Manajemen Dirgantara*, 11 (2): 31-40.
- Fakri, M. 2016. Perancangan Prototype Sistem Parkir Cerdas Berbasis Arduino Uno. *Jurnal SNITT : Politeknik Negri Padang*, 3 (2), 15-22.
- Kurniawan, Riccy. 2008. Rekayasa Rancang Bangun Pemindahan Material Otomatis Dengan Sistem Elektro-Pneumatik. *Jurnal CAKRAM*. 1 (2), 12-23.
- Said, Hamid. 2012. *Aplikasi PLC dan Sistem Pneumatik pada Manufaktur Industri*. Yogyakarta : CV Andi Offset.
- Sadi, Sumardi. 2012. Sistem Pengendali Conveyor Belt Pada PT. XYZ Tangerang. *Jurnal Teknik*, 1 (2), 33-45. \
- Schrimpf, Johanes. 2016. Automated Sewing Using Conveyor Belts. Emerging Technologies and Factory Automation (ETFA). *21st International Conference on. IEEE*.
- Setiawan. Iwan. 2006. *Programmable Logic Controller (PLC) Dan Teknik Sistem Perancangan Kontrol*. Yogyakarta: Andi.